



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 13 767 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
H 04 B 1/38
H 01 Q 1/36
H 01 P 5/08
H 05 K 1/16

②1 Aktenzeichen: 198 13 767.2
②2 Anmeldetag: 27. 3. 98
④3 Offenlegungstag: 8. 10. 98

DE 198 13 767 A 1

③0 Unionspriorität:
P 9-077096 28. 03. 97 JP

⑦1 Anmelder:
Kabushiki Kaisha Toshiba, Kawasaki, Kanagawa, JP

⑦4 Vertreter:
Henkel, Feiler & Hänzel, 81675 München

⑦2 Erfinder:
Iseki, Yuji, Kawasaki, Kanagawa, JP; Yamaguchi,
Keiichi, Kawasaki, Kanagawa, JP; Konno, Mitsuo,
Yokohama, Kanagawa, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Mikrowellen-Sender /Empfängermodul

⑤7 Ein Mikrowellen-Sender/Empfängermodul hat eine Baugruppe, die eine Hochfrequenz-Leiterplatte und einen elektromagnetisch verengten Raum aufweist. Ein Halbleiterchip ist auf der Leiterplatte angebracht und in dem elektromagnetisch verengten Raum aufgenommen. Der elektromagnetisch verengte Raum hat eine Grenzfrequenz, die höher ist als eine Trägerfrequenz für Mikrowellenverbindungen. Eine Empfangsantennenstruktur ist auf der Oberseite der Baugruppe ausgebildet und durch einen ersten Schlitz elektromagnetisch mit dem Halbleiterchip verbunden. Eine Sendeantennenstruktur ist auf der Oberseite der Baugruppe an einer anderen Position als die Empfangsantennenstruktur ausgebildet und durch einen zweiten Schlitz elektromagnetisch mit dem Halbleiterchip verbunden. Da sich die Antennenstrukturen auf der Oberseite der Baugruppe befinden, ist die einwandfreie Funktion derselben sichergestellt und die Baugruppe ist kompakt.

DE 198 13 767 A 1

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Mikrowellen-Sender/Empfängermodul, das in Mikrowellenfrequenzbändern arbeitet, die Zentimeter- und Millimeterwellen umfassen.

Beschreibung des Standes der Technik

Fig. 1A und 1B zeigen eine perspektivische Ansicht und ein Blockdiagramm, die ein Mikrowellen-Sendermodul nach dem Stand der Technik zeigen, das in Mikrowellenbändern um 10 GHz oder darüber arbeitet, die Sub-Millimeterbänder und Millimeterbänder umfassen.

Das Modul hat einen Halbleiterchip 71a, der als ein Oszillator (OSC) dient, einen Halbleiterchip 71b, der als ein Modulator (MOD) dient, und einen Halbleiterchip 71c, der als ein Leistungsverstärker (PA) dient. Jeder der Chips hat eine quadratische Form von ungefähr 2 mm x 2 mm. Die Chips 71a bis 71c sind in getrennten Kammern untergebracht und durch eine Gehäusebaugruppe 75 gegen äußere Magnetfelder abgeschirmt. Die Chips 71a bis 71c sind untereinander durch Mikrowellen-Übertragungsleiter wie Koaxialleitungen und Mikrostripleitungen verbunden.

Diese Art des Aufbaus wird nicht nur für Sendermodule, sondern auch für Empfängermodule verwendet, die rauscharme HF-Verstärker (LNAs) und Demodulatoren haben.

Die Unterbringung der Chips 71a bis 71c in drei getrennten Kammern wie in Fig. 1A gezeigt kompliziert die Struktur der Gehäusebaugruppe. Vorzugsweise werden daher alle Chips 71a bis 71b in einer einzigen Kammer zusammengefaßt und gegen äußere Magnetfelder abgeschirmt. Die Gehäusebaugruppe mit einer einzigen Kammer zur Aufnahme und Abschirmung aller Chips weist jedoch unvermeidlich einen großen Innenraum auf, der leicht eine Hohlraumresonanz verursachen kann.

Um das Problem der Hohlraumresonanz zu lösen, hat der Anmelder der Erfindung in der japanischen Patentanmeldung Nr. 8-180 846 ein Mikrowellen-Sender/Empfängermodul (T/R) vorgeschlagen. Dieses Modul ist in Fig. 2A und 2B gezeigt. Das Modul hat einen einzigen abgeschlossenen Raum, der Sende- und Empfangsantennenstrukturen etc. enthält, um für Mikrowellenverbindungen erforderliche Funktionen bereitzustellen. Der abgeschlossene Raum hat einen verengten Raum 90.

Ein Halbleiterchip 85 ist auf einer Leiterplatte 82 angebracht, die in einem Gehäuse 84 aus einem leitenden Material eingeschlossen ist. I/O-Anschlüsse 88, die den Chip 85 elektrisch mit der Außenseite verbinden, sind an den Seitenwänden am Mittelteil des Gehäuses 84 angeordnet, in dem sich der verengte Raum 90 befindet. Das Gehäuse 84 ist mit einem Deckel 81 abgeschlossen. Eine Leiterschicht 86 ist auf dem Mittelteil der Unterseite des Deckels 81 aufgebracht. Der verengte Raum 90 ist ein elektromagnetisch verengter Raum, der durch drei Leiterebenen bestehend aus dem Boden und zwei Seitenflächen des verengten Raumes 90 und eine Ebene bestehend aus der Leiterschicht 86 an der Unterseite des Deckels 81 definiert ist. Die Leiterplatte bzw. Platine 82 hat des weiteren Empfangsantennenstrukturen 83, Sendeantennenstrukturen 87 und Zuführungen 89b und 89a zur Verbindung der Antennenstrukturen 83 und 87 mit dem Chip 85.

Fig. 2B ist eine Schnittdarstellung entlang einer Linie III-III in Fig. 2A, die einen Teil der Platine 82 zeigt. Die Platine 82 besteht aus einer ersten Isolierschicht oder einem Substrat 94, einer Erdschicht 93, die auf der Isolierschicht 94 gebildet ist, und einer zweiten Isolierschicht 92, die auf

der Erdschicht 93 gebildet ist. Die Zuführung 89a ist auf der zweiten Isolierschicht 92 ausgebildet und mit dem Chip 85 über einen Kontakthöcker 91 verbunden.

Der elektromagnetisch verengte Raum 90 bildet einen Wellenleiter. Der Wellenleiter hat eine Grenzfrequenz, die so festgelegt ist, daß sie höher ist als eine Trägerfrequenz für Mikrowellenverbindungen, um das Problem der Hohlraumresonanz zu vermeiden und um ein kompaktes Modul zu realisieren.

Dieses Modul weist die folgenden Probleme auf:

(a) Das Gehäuse 84 beeinflusst die Antennenstrukturen 83 und 87, so daß die Antennenstrukturen 83 und 87 hinreichend weit von dem Gehäuse 84 entfernt sein müssen. Dies erhöht die Größe des Moduls und verlängert die Zuführungen 89b und 89a zwischen den Antennenstrukturen 83 und 87 und dem Chip 85, wodurch die Zuführungsverluste größer werden.

(b) Der Deckel 81 beeinflusst die Antennenstrukturen 83 und 87 ebenfalls. Der Deckel 81 muß dick sein, um eine ausreichende mechanische Festigkeit für den Schutz des Inneren des Moduls zu gewährleisten. Dies erhöht jedoch die elektromagnetischen Abstrahlungsverluste.

Dadurch hat das Mikrowellen-Sender/Empfängermodul der Fig. 2A und 2B das Problem großer Abmessungen, um die Leistungsfähigkeit der Antennenstrukturen sicherzustellen, und das Problem elektromagnetischer Abstrahlungsverluste und von Zuführungsverlusten.

Eine Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung eines kompakten Mikrowellen-Sender/Empfängermoduls.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung eines Mikrowellen-Sender/Empfängermoduls, das in der Lage ist, Zuführungsverluste zu vermeiden und die Hochfrequenz-Leistungsfähigkeit sicherzustellen.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung eines Mikrowellen-Sender/Empfängermoduls, das in der Lage ist, elektromagnetische Abstrahlungsverluste zu beseitigen und die Leistungsfähigkeit der Antennenstrukturen sicherzustellen.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung eines Mikrowellen-Sender/Empfängermoduls, das einfach herzustellen ist und eine hohe Fertigungsausbeute sicherstellt.

Um die Aufgaben zu erfüllen, stellt ein erster Gesichtspunkt der Erfindung ein Mikrowellen-Sender/Empfängermodul bereit, das mindestens eine Baugruppe, eine Empfangsantennenstruktur und eine Sendeantennenstruktur hat. Die Baugruppe hat mindestens eine Leiterplatte und ein Gehäuse. Die Leiterplatte hat einen Halbleiterchip auf ihrer Unterseite angebracht und dient als Deckel zum Abschließen des Gehäuses, wobei der Halbleiterchip in dem Gehäuse eingeschlossen wird. Die Empfangsantennenstruktur ist auf der Oberseite der Leiterplatte ausgebildet. Die Sendeantennenstruktur ist auf der Oberseite der Leiterplatte an einer von der Empfangsantennenstruktur verschiedenen Position ausgebildet. Wenn es mit der Leiterplatte abgedeckt ist, definiert das Gehäuse einen elektromagnetisch verengten ersten Raum um den Halbleiterchip. Der erste Raum dient als ein Wellenleiter, dessen Grenzfrequenz höher ist als eine Trägerfrequenz für Mikrowellenverbindungen. Die Empfangs- und Sendeantennenstrukturen sind beide elektromagnetisch mit dem Halbleiterchip gekoppelt. Genauer gesagt, die Antennenstrukturen und der Halbleiterchip sind miteinander durch elektromagnetische Energiekopplung der elektromagnetischen Wellen gekoppelt, die durch Schlitz durchtreten, die in einer Leiterschicht mit Abschirmfunktion

angebracht sind. Diese elektromagnetische Verbindung oder Kopplung muß von der durch das Fließen elektrischer Ströme hergestellten elektrischen Verbindung unterschieden werden. In der vorliegenden Beschreibung deckt der Begriff "Mikrowellen" einen weiten Bereich von Mikrowellen einschließlich Millimeterwellen ab. Erfindungsgemäße Mikrowellen-Sender/Empfängermodule sind vorzugsweise für Mikrowellen von z. B. 10 GHz oder darüber, und noch besser für 60 GHz oder darüber verwendbar. In der vorliegenden Beschreibung ist die "Platine" oder "Leiterplatte" eine Hochfrequenzleiterplatte mit Mikrostrip-Streifenleitern etc., die für Mikrowellen von 10 GHz oder darüber verwendet werden kann.

Das Mikrowellen-Sender/Empfängermodul des ersten Gesichtspunkts kann zweite und dritte Räume haben. Der zweite Raum ist genau unter der Empfangsantennenstruktur angeordnet und so bemessen, daß er eine Hohlraumresonanz bezüglich der Trägerfrequenz für Mikrowellenverbindungen bewirkt. Der dritte Raum ist genau unter der Sendeantennenstruktur angebracht und so bemessen, daß er eine Hohlraumresonanz bezüglich der Trägerfrequenz für Mikrowellenverbindungen bewirkt. Der erste, zweite und dritte Raum bilden einen einzigen zusammenhängenden Raum zur Vereinfachung des Aufbaus des Moduls.

Demzufolge ist das Mikrowellen-Sender/Empfängermodul des ersten Gesichtspunkts kompakt und in der Lage, die Leistungsfähigkeit der Antennenstrukturen sicherzustellen.

Ein zweiter Gesichtspunkt der Erfindung stellt ein Mikrowellen-Sender/Empfängermodul bereit, das mindestens eine Baugruppe, eine Empfangsantennenstruktur und eine Sendeantennenstruktur hat. Die Baugruppe hat mindestens ein Gehäuse zur Aufnahme eines Halbleiterchips. Die Empfangsantennenstruktur ist auf der Unterseite des Gehäuses ausgebildet. Die Sendeantennenstruktur ist auf der Unterseite des Gehäuses an einer von der Empfangsantennenstruktur verschiedenen Position ausgebildet. Das Gehäuse hat einen elektromagnetisch verengten ersten Raum, um den Halbleiterchip aufzunehmen. Der erste Raum dient als ein Wellenleiter, dessen Grenzfrequenz höher ist als eine Trägerfrequenz für Mikrowellenverbindungen. Die Empfangsantennenstruktur ist durch einen ersten Schlitz elektromagnetisch mit dem Halbleiterchip gekoppelt, und die Sendeantennenstruktur ist durch einen zweiten Schlitz elektromagnetisch mit dem Halbleiterchip gekoppelt.

Das Mikrowellen-Sender/Empfängermodul des zweiten Gesichtspunkts kann zweite und dritte Räume haben. Der zweite Raum ist genau über der Empfangsantennenstruktur angeordnet und so bemessen, daß er eine Hohlraumresonanz bezüglich der Trägerfrequenz für Mikrowellenverbindungen bewirkt. Der dritte Raum ist genau über der Sendeantennenstruktur angebracht und so bemessen, daß er eine Hohlraumresonanz bezüglich der Trägerfrequenz für Mikrowellenverbindungen bewirkt. Der erste, zweite und dritte Raum bilden einen einzigen zusammenhängenden Raum zur Vereinfachung des Aufbaus des Moduls.

Demzufolge ist das Mikrowellen-Sender/Empfängermodul des zweiten Gesichtspunkts kompakt und in der Lage, die Leistungsfähigkeit der Antennenstrukturen sicherzustellen.

Andere und weiterführende Aufgaben und Merkmale der Erfindung werden anhand der beispielhaften Ausführungsformen verständlich, die in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen beschrieben werden oder in den anschließenden Ansprüchen angegeben sind, wobei dem Fachmann viele hierin nicht beschriebene Vorteile bei der praktischen Anwendung der Erfindung deutlich werden.

In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1A eine perspektivische Darstellung eines Mikro-

wellen-Sendermoduls nach dem Stand der Technik;

Fig. 1B ein Blockdiagramm des Mikrowellen-Sendermoduls nach dem Stand der Technik;

Fig. 2A eine Explosionsdarstellung eines Mikrowellen-Sender/Empfängermoduls, das einen elektromagnetisch verengten Raum entsprechend dem Stand der Technik aufweist;

Fig. 2B eine teilweise Schnittdarstellung einer Hochfrequenzleiterplatte des Moduls der Fig. 2A;

Fig. 3A eine Explosionsdarstellung eines Mikrowellen-Sender/Empfängermoduls gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 3B eine perspektivische Darstellung der Unterseite einer Hochfrequenzleiterplatte, die zur Abdeckung des Moduls der Fig. 3A dient;

Fig. 3C einen vergrößerten Schnitt eines Teils der Hochfrequenzleiterplatte entlang einer Linie I-I in Fig. 3A;

Fig. 3D eine Schnittdarstellung entlang einer Linie II-II in Fig. 3C;

Fig. 4 eine Explosionsdarstellung eines vergleichbaren Mikrowellen-Sender/Empfängermoduls zur Bewertung der Leistungsmerkmale des Mikrowellen-Sender/Empfängermoduls der ersten Ausführungsform;

Fig. 5A und 5B jeweils ein Blockdiagramm mit Beispielen des Halbleiterchips, der in dem Mikrowellen-Sender/Empfängermodul der ersten Ausführungsform einzusetzen ist;

Fig. 6 eine Explosionsdarstellung eines Mikrowellen-Sender/Empfängermoduls entsprechend einer Modifikation der ersten Ausführungsform;

Fig. 7 eine teilweise Schnittdarstellung eines Mikrowellen-Sender/Empfängermoduls entsprechend einer weiteren Modifikation der ersten Ausführungsform;

Fig. 8 eine Explosionsdarstellung eines Mikrowellen-Sender/Empfängermoduls entsprechend einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 9 eine Explosionsdarstellung eines Mikrowellen-Sender/Empfängermoduls entsprechend einer weiteren Ausführungsform der Erfindung; und

Fig. 10 eine Explosionsdarstellung eines Mikrowellen-Sender/Empfängermoduls entsprechend einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

Verschiedene Ausführungsformen der Erfindung werden unter Bezug auf die beigefügte Zeichnung beschrieben. Es ist anzumerken, daß die gleichen oder einander entsprechende Bezugszeichen für die gleichen oder einander entsprechende Teile und Elemente der Zeichnungen verwendet werden, und daß die Beschreibung gleicher oder einander entsprechender Teile und Elemente weggelassen oder vereinfacht wird. Allgemein und wie bei der Beschreibung von Mikrowelleneinrichtungen üblich, ist ersichtlich, daß die verschiedenen Darstellungen in den verschiedenen Figuren nicht maßstabgetreu von Figur zu Figur und ebensowenig innerhalb einer bestimmten Figur wiedergegeben sind, und daß insbesondere die Schichtdicken willkürlich wiedergegeben sind, um die Verständlichkeit der Zeichnungen zu erleichtern.

(ERSTE AUSFÜHRUNGSFORM)

Fig. 3A bis 3D zeigen ein Mikrowellen-Sender/Empfängermodul gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung. Das Modul arbeitet mit Millimeterwellen in einem 60 GHz-Frequenzband.

Das Modul hat eine Hochfrequenzleiterplatte 2, die als Deckel eines Gehäuses 6 dient. Eine Empfangsantennenstruktur 1 und eine Sendeantennenstruktur 3 sind auf der Platine 2 ausgebildet. Die Antennenstrukturen 1 und 3 sind

von einer Erdungsstruktur 12 umgeben. Das Gehäuse 6 und die Platine 2 definieren einen abgeschlossenen Raum 7, der keine physischen Unterteilungen hat. Im Mittelteil des abgeschlossenen Raumes 7 umschließt ein elektromagnetisch verengter erster Raum 8c einen Halbleiterchip 5, der auf der Unterseite der Platine 2 angebracht ist.

Fig. 3B zeigt die Unterseite der Platine 2. Die Unterseite hat mikrowellenübertragende Kupferzuführungen 9a und 9b und Leitungsstrukturen 22 für die Übertragung von Gleichströmen oder niederfrequenten Signalen. Der Chip 5 hat Sende- und Empfangsfunktionen und ist mit den Zuführungen 9a und 9b und den Leitungsstrukturen 22 über Kontakthöckerelektroden 4 verbunden. Der Chip 5 ist z. B. mit einem Kleber an der Unterseite der Platine 2 befestigt.

Fig. 3C ist ein vergrößerter Teilschnitt entlang einer Linie I-I in Fig. 3A, der die Verbindung des Chip 5 mit der Zuführung 9b auf der Platine 2 mittels der Kontakthöckerelektrode 4 zeigt. Fig. 3D ist eine Schnittdarstellung entlang einer Linie II-II in Fig. 3C. Die Platine 2 besteht aus einem ersten Isolationssubstrat 13, einer Leiterzwischen-schicht 14, die an der Unterseite des Substrats 13 angebracht ist, und einem zweiten Isolationssubstrat 15, das an der Unterseite der Schicht 14 angebracht ist. Das erste Isolationssubstrat 13 ist aus BT-Harz (Bismaleimidtriazin-Harz) mit einer Dicke von 500 μm gebildet. Auf der Oberseite des Substrats 13 sind die Empfangsantennenstruktur 1, die Sendeantennenstruktur 3 und die Erdungsstruktur 12 aus einem Kupferdünnfilm mit einer Dicke von 17 μm ausgebildet. Die Leiterschicht 14 besteht aus einem Kupferdünnfilm mit einer Dicke von 17 μm und hat einen ersten Schlitz 10a und einen zweiten Schlitz 10b. Die Schlitz 10a und 10b haben jeweils eine Größe von ungefähr 0,2 mm \times 0,6 mm und dienen zum Abstrahlen elektromagnetischer Wellen. Die Leiterschicht 14 ist geerdet und mit der Erdungsstruktur 12 verbunden. Die Leiterschicht 14 ist außerdem mit dem Gehäuse 6 verbunden, das aus leitendem Material hergestellt ist, um eine Abschirmfunktion zu bewirken. Das zweite Isolationssubstrat 15 besteht aus BCB-Harz (Benzocyclobuten-Harz) mit einer Dicke von 10 μm . Auf der Unterseite des Substrats 15 sind Kupferleiter mit einer Dicke von 3 μm angeordnet, die als die erste Zuführung 9a für die Antennenstruktur 1 und die zweite Zuführung 9b für die Antennenstruktur 3 dienen. Das BT-Harz des ersten Isolationssubstrats 13 hat eine Dielektrizitätskonstante von 4,5, und das BCB-Harz des zweiten Isolationssubstrats 15 hat eine Dielektrizitätskonstante von 2,7.

Die Leiterschicht 14 deckt die Platine 2 mit Ausnahme der Schlitz 10a und 10b vollständig ab. Infolgedessen sind vier Seitenflächen des verengten Raumes 8c von Leitern umgeben, um einen Wellenleiter zu bilden. Der verengte Raum 8c ist so bemessen, daß die Grenzfrequenz des Wellenleiters höher als die höchste der Trägerfrequenzen wird, die für Mikrowellenverbindungen verwendet und durch die Antennenstrukturen 1 und 3 empfangen und gesendet werden. Der durch den verengten Raum 8c gebildete Wellenleiter ist nicht dazu bestimmt, Mikrowellensignale für das Modul weiterzuleiten, sondern ist dazu bestimmt, das Eindringen elektromagnetischer Wellen für Mikrowellenverbindungen in den Chip 5 und dessen Peripherie zu verhindern.

I/O-Anschlüsse 11 führen Basisbandsignale, Stromversorgung und Steuersignale für den Chip 5. Die I/O-Anschlüsse 11 werden nicht benutzt, um 60 GHz-Hochfrequenzsignale für Mikrowellenverbindungen zu übertragen. Statt dessen übertragen sie niederfrequente Signale unterhalb der Trägerfrequenzen für Mikrowellenverbindungen. Die I/O-Anschlüsse 11 sind mit Leitungsstrukturen 21 auf der Oberseite des Gehäuses 6 über Leitungen (nicht dargestellt) verbunden, die in das Gehäuse 6 einbezogen sind. Das Modul der Fig. 3A hat sechs I/O-Anschlüsse 11, von denen

drei auf der rückwärtigen Seite durch das Gehäuse 6 verdeckt sind. Die sechs I/O-Anschlüsse 11 gehören zu den jeweiligen Leitungsstrukturen 21. Die I/O-Anschlüsse 11 sind individuell dazu bestimmt, ein Basisbandsignal an den Chip 5, ein Basisbandsignal von dem Chip 5, Stromversorgung für den Chip 5 und Steuersignale zum Steuern des Chip 5 entsprechend den Spezifikationen des Chip 5 zu übertragen. Die Leitungsstrukturen 21 auf der Oberseite des Gehäuses 6 und die Leitungsstrukturen 22 auf der Unterseite der Platine 2 sind über Kontakthöckerelektroden 44 miteinander verbunden.

Jede der Zuführungen 9a und 9b hat einen Wellenwiderstand von 50 Ω und eine Breite von 25 μm . Für die Einhaltung des Wellenwiderstands der Zuführungen 9a und 9b werden bekannte Mikrostreifenleiter-Entwurfsverfahren verwendet. Die Zuführung 9b strahlt elektromagnetische Millimeterwellen durch den in der Leiterschicht 14 vorgesehenen Schlitz 10b ab, um die Sendeantennenstruktur 3 zu erzeugen. Die Empfangsantennenstruktur 1 strahlt elektromagnetische Millimeterwellen durch den in der Leiterschicht 14 vorgesehenen Schlitz 10a ab, um die Zuführung 9a zu erzeugen.

Fig. 4 zeigt ein Vergleichs-Mikrowellen-Sender/Empfängermodul zur Untersuchung der Leistungsfähigkeit des Mikrowellen-Sender/Empfängermoduls der ersten Ausführungsform. Das Vergleichsmodul gleicht dem Modul der Fig. 2A mit der Ausnahme, daß das Vergleichsmodul nur eine Empfangsantennenstruktur 83 und eine Sendeantennenstruktur 87 hat, so daß diese denjenigen der ersten Ausführungsform entsprechen. Um die Einflüsse der Wand eines Gehäuses 84 zu vermeiden, sind in dem Vergleichsmodul die Antennenstrukturen 83 und 87 ungefähr 10 mm von den Wänden entfernt angeordnet. Die Antennenstrukturen 83 und 87 haben jeweils Abmessungen von ungefähr 1,5 mm \times 1,5 mm, so daß deshalb die Zuführungen 89a und 89b jeweils über 10 mm erstreckt sind und somit einen Verlust von ungefähr 1,5 dB verursachen. Das Vergleichsmodul weist Außenabmessungen von 20 mm \times 50 mm auf.

Andererseits sind bei der ersten Ausführungsform die Antennenstrukturen 1 und 3 an den Außenflächen des Moduls, d. h. an der Oberseite der Platine 2 angeordnet, so daß die Wände des Gehäuses 6 keine Einflüsse ausüben und die Antennenstrukturen 1 und 3 hinsichtlich ihrer Positionen keinen Einschränkungen unterliegen. Die Zuführungen 9a und 9b der ersten Ausführungsform sind jeweils über ungefähr 1,5 mm erstreckt, um den Zuführungsverlust auf ungefähr ein Sechstel des Standes der Technik zu drücken. Das Modul der ersten Ausführungsform ist kompakt und mißt nur ungefähr 10 mm \times 25 mm in den Außenabmessungen.

Das Gehäuse 6 der ersten Ausführungsform hat einen zweiten Raum 8a genau unter der Antennenstruktur 1 und einen dritten Raum 8b genau unter der Antennenstruktur 3. Der zweite und der dritte Raum 8a und 8b sind von einer Größe, die eine Hohlraumresonanz bei einer Trägerfrequenz für Mikrowellenverbindungen bewirkt. Dies verbessert die Effizienz der Antennenstrukturen 1 und 3. Der erste verengte Raum 8c und der zweite und der dritte Raum 8a und 8b bilden einen einzigen zusammenhängenden H-förmigen Raum, um den Aufbau des Gehäuses 6 zu vereinfachen.

Fig. 5A ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel des in dem Modul der ersten Ausführungsform installierten Chip 5 zeigt. Der Chip 5 hat einen rauscharmen Verstärker 32, der über die erste Zuführung 9a und den ersten Schlitz 10a mit der Empfangsantennenstruktur 1 verbunden ist. Der rauscharme Verstärker 32 ist mit einem Mischer 34 verbunden, der mit einem Zwischenfrequenzverstärker (ZF-Verstärker) 35 verbunden ist, der mit einem Demodulator 65 verbunden ist. Der Demodulator 65 stellt ein Basisbandsignal über den

I/O-Anschluß 11 bereit. Der Mischer 34 erhält ein Signal von einem Oszillator (nicht dargestellt) und ein Signal von dem rauscharmen Verstärker 32. Der Chip 5 hat des weiteren einen Modulator 38 für den Empfang eines Basisbandsignals von dem I/O-Anschluß 11. Der Modulator 38 ist mit einem Mischer 66 verbunden, der mit einem Leistungsverstärker 67 verbunden ist. Der Mischer 66 erhält ein Signal von dem Oszillator (nicht dargestellt) und ein Signal von dem Modulator 38. Der Leistungsverstärker 67 ist mit der Sendeantennenstruktur 3 über die zweite Zuführung 9b und den zweiten Schlitz 10b verbunden.

Fig. 5B zeigt ein weiteres Beispiel des in dem Modul der ersten Ausführungsform installierten Chip 5. Der Chip 5 hat einen rauscharmen Verstärker 32, der mit der Empfangsantennenstruktur 1 über die erste Zuführung 9a und den ersten Schlitz 10a verbunden ist. Der rauscharme Verstärker 32 ist mit einem Filter 33 verbunden, der mit einem Mischer 34 verbunden ist. Der Mischer 34 ist mit einem Zwischenfrequenzverstärker (ZF-Verstärker) 35 verbunden, der mit einem A/D-Wandler 36 verbunden ist. Der A/D-Wandler 36 ist mit einem Prozessor 37 verbunden, der mit einem Modulator 38 verbunden ist. Der Modulator 38 ist mit einem Treiberverstärker 39 verbunden, der mit einer Phaseinheit 40 verbunden ist, die mit einem Sendeverstärker 41 verbunden ist. Der Sendeverstärker 41 ist mit der Sendeantennenstruktur 3 über die zweite Zuführung 9b und den zweiten Schlitz 10b verbunden.

Die Baugruppe, die das Gehäuse 6 der ersten Ausführungsform umfaßt, ist aus leitfähigem Material gefertigt und von dem Halbleiterchip 5 und den Sende- und Empfangsantennenstrukturen 1 und 3 isoliert. Das Gehäuse 6 und der Halbleiterchip 5 können voneinander isoliert werden, indem der Raum zwischen diesen mit getrockneter Luft oder einem Inertgas gefüllt wird, oder indem der Halbleiterchip 5 mit Isolierfett oder -harz von hoher Wärmeleitfähigkeit vergossen wird.

Fig. 6 ist eine Explosionsdarstellung, die ein Mikrowellen-Sender/Empfängermodul gemäß einer Modifikation der ersten Ausführungsform zeigt. Eine Hochfrequenzleiterplatte 2 dient als Deckel eines Gehäuses 46 des Moduls. Eine Empfangsantennenstruktur 1 und eine Sendeantennenstruktur 3 sind auf der Platine 2 ausgebildet. Eine Erdungsstruktur 12 ist um die Antennenstrukturen 1 und 3 angeordnet. Schlitz 10a und 10b für die Abstrahlung elektromagnetischer Wellen sind in der Platine 2 angebracht. Das Modul hat eine Vertiefung 48 von gleichbleibender Breite. Die Vertiefung 48 ist eine integrale Zusammenfassung eines elektromagnetisch verengten ersten Raums und eines zweiten Raums genau unter der Empfangsantennenstruktur 1 und eines dritten Raums genau unter der Sendeantennenstruktur 3. Ein Halbleiterchip 5 ist am Mittelteil in der Vertiefung 48 angeordnet. Die Platine 2 besteht aus einem ersten Isolationssubstrat, einer Leiterzwischenschicht, die mit der Unterseite des ersten Isolationssubstrats verbunden ist, und einem zweiten Isolationssubstrat, das mit der Unterseite der Leiterzwischenschicht verbunden ist. Die ersten und zweiten Schlitz 10a und 10b sind an vorbestimmten Positionen auf der Leiterzwischenschicht angeordnet. Erste und zweite Zuführungen 9a und 9b sind auf der Unterseite des zweiten Isolationssubstrats ausgebildet. Vier Seitenflächen des ersten Raumes am mittleren Teil der Vertiefung 48 sind mit Leitern umgeben, um einen Wellenleiter zu bilden. Die Vertiefung 48 ist so bemessen, daß sie die Grenzfrequenz des Wellenleiters höher als die höchste der Trägerfrequenzen für Mikrowellenverbindungen macht. I/O-Anschlüsse 11 übertragen Basisbandsignale, Stromversorgung und Steuersignale. Die I/O-Anschlüsse 11 sind mit Leitungsstrukturen 21 auf der Oberseite des Gehäuses 46 durch Leitungen verbunden

(nicht dargestellt), die in das Gehäuse 46 einbezogen sind.

Die zweiten und dritten Räume unter den Antennenstrukturen 1 und 3 und dem elektromagnetisch verengten ersten Raum sind durch die Platine 2 abgeschlossen, um einen zusammenhängenden geschlossenen Raum 47 bereitzustellen. Die Integration des ersten bis dritten Raumes in die Vertiefung 48 mit einer gleichmäßigen Breite vereinfacht die Verarbeitbarkeit des Moduls.

Fig. 7 ist eine teilweise Schnittdarstellung, die ein Mikrowellen-Sender/Empfängermodul gemäß einer weiteren Abwandlung der ersten Ausführungsform zeigt. Die Figur zeigt insbesondere einen Teil eines Gehäuses um eine Sendeantennenstruktur 3. Anders als bei der Struktur der Fig. 3A bis 3D, die die Platine 2 als einen Deckel für das Gehäuse 6 verwendet, ist bei der Abwandlung nach Fig. 7 ein Halbleiterchip 5 in dem Gehäuse angebracht, wobei eine Hochfrequenzleiterplatte als Deckel für das Gehäuse dient. In diesem Fall sind die Sendeantennenstruktur 3 etc. auf der Unterseite des Gehäuses ausgebildet. Das Gehäuse besteht aus einem Isolationssubstrat 25, auf dem die Sendeantennenstruktur 3 ausgebildet ist, einer Leiterzwischenschicht 24, die auf der Oberseite des Substrats 25 angebracht ist und einen zweiten Schlitz 10b hat, und einem Isolationssubstrat 23, das auf der Oberseite der Leiterschicht 24 angebracht ist. Das Isolationssubstrat 25 kann aus BCB- oder BT-Harz bestehen. Die Sendeantennenstruktur 3 und eine Erdungsstruktur 12, die auf der Unterseite des Isolationssubstrats 25 ausgebildet sind, bestehen aus Kupferdünnfilm mit einer Dicke von 17 µm. Die Oberseite des Isolationssubstrats 25 ist im wesentlichen vollständig durch die Leiterzwischenschicht 24 aus einem Kupferfilm mit einer Dicke von 17 µm bedeckt. Der zweite Schlitz 10b ist an einer vorbestimmten Position in der Leiterschicht 24 angebracht. Die Leiterschicht 24 ist geerdet und mit der Erdungsstruktur 12 verbunden.

Eine zweite Zuführung 9b aus einem Kupferdraht mit einer Dicke von 3 µm ist auf der Oberseite des Isolationssubstrats 23 angeordnet. Die zweite Zuführung 9b ist mit dem Chip 5 durch eine Kontakthöckerelektrode 4 verbunden. Das Isolationssubstrat 23 kann aus keramischen Werkstoffen wie z. B. Aluminiumoxid und Aluminiumnitrid oder aus BCB- oder BT-Harz bestehen.

Obwohl Fig. 7 nur die Seite der Sendeantennenstruktur 3 zeigt, hat das Modul eine Seite mit einer Empfangsantennenstruktur, die einen ersten Schlitz, eine erste Zuführung etc. hat, um eine gleichartige Struktur zu bilden. Die Abwandlung in Fig. 7 ersetzt nämlich die Seite der Platine 2 der Struktur der Fig. 3A bis 3D durch die Gehäusesseite 6 derselben.

(ZWEITE AUSFÜHRUNGSFORM)

Fig. 8 ist eine Explosionsdarstellung, die ein Mikrowellen-Sender/Empfängermodul gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung zeigt. Eine Hochfrequenzleiterplatte 2 dient als ein Deckel für ein Gehäuse 56. Eine Empfangsantennenstruktur 1 und eine Sendeantennenstruktur 3 sind auf der Platine 2 ausgebildet. Eine Erdungsstruktur 12 ist um die Antennenstrukturen 1 und 3 angeordnet. Schlitz 10a und 10b zur Abstrahlung elektromagnetischer Wellen sind in der Platine 2 angebracht. Das Gehäuse 56 aus einem Isolierstoff wie z. B. Keramik hat eine Vertiefung 58 mit einer gleichmäßigen Breite. Ein Halbleiterchip 5 ist in einem mittleren ersten Raum in der Vertiefung 58 angeordnet. Die Wände des ersten Raums sind beispielsweise durch elektrolytisches oder nichtelektrolytisches Metallisieren behandelt, um einen Leiter 56a zu bilden, der bewirkt, daß der erste Raum zu einem elektromagnetisch verengten Raum wird.

An den beiden Seiten des ersten Raums in der Vertiefung 58 schließen sich ein zweiter und ein dritter Raum an. Der erste Raum dient als ein Wellenleiter. Die Vertiefung 58 ist so bemessen, daß sie die Grenzfrequenz des Wellenleiters höher als die höchste Trägerfrequenz für Mikrowellenverbindungen macht.

Ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform besteht die Platine 2 aus einem ersten Isolationssubstrat, einer Leiterzwischen-schicht, die an der Unterseite des ersten Isolationssubstrats angebracht ist, und einem zweiten Isolationssubstrat, das an der Unterseite der Leiterzwischen-schicht angebracht ist. Der erste und der zweite Schlitz 10a und 10b sind an vorbestimmten Positionen in der Leiterzwischen-schicht gebildet. Auf der Unterseite des zweiten Isolationssubstrats sind erste und zweite Zuführungen 9a und 9b ausgebildet. I/O-Anschlüsse 11 übertragen Basisbandsignale, Stromversorgung und Steuersignale für den Chip 5. Die I/O-Anschlüsse 11 sind mit Leitungsstrukturen 21 auf dem Gehäuse 56 durch Leitungen verbunden (nicht dargestellt), die in das Gehäuse 56 einbezogen sind. Die Leitungsstrukturen 21 und auf der Unterseite der Platine 2 ausgebildete Leitungsstrukturen sind miteinander durch Kontakthöckerelektroden 44 verbunden. Die Leitungsstrukturen auf der Unterseite der Platine 2 sind ebenfalls durch Kontakthöckerelektroden 4 mit Kontaktierungsflächen des Chip 5 verbunden, so daß Gleichstrom-Vorspannungen und Niederfrequenzsignale über die I/O-Anschlüsse 11 mit dem Chip 5 ausgetauscht werden. Der zweite und der dritte Raum unter den den Antennenstrukturen 1 und 3 und der elektromagnetisch verengte erste Raum bilden einen abgeschlossenen Raum 57.

Die Anordnung des elektromagnetisch verengten ersten Raums in der Mitte der Vertiefung 58 verbessert die Verarbeitbarkeit des Moduls. Die zweite Ausführungsform hat somit die gleiche Wirkung wie die erste Ausführungsform, ohne daß die Struktur derselben verkompliziert wird.

Wie bei der ersten Ausführungsform können der zweite und der dritte Raum der zweiten Ausführungsform breiter als der erste Raum ausgeführt werden, um einen H-förmigen Raum bereitzustellen. In diesem Fall sind der zweite und der dritte Raum so bemessen, daß eine Hohlraumresonanz bei einer für Mikrowellenverbindungen verwendeten Trägerfrequenz bewirkt wird. Dies resultiert in einer Effizienzverbesserung der Antennenstrukturen 1 und 3.

(WEITERE AUSFÜHRUNGSFORMEN)

Die Erfindung ist nicht auf die erste und die zweite Ausführungsform beschränkt. Entsprechend der ersten und der zweiten Ausführungsform sind die Send- und Empfangsantennenstrukturen 1 und 3 in Form von Inseln auf der Oberseite der Platine 2 ausgebildet, die als ein Deckel der Baugruppe dient, und die Erd- bzw. Masseleiterschicht 12 ist auf der Oberseite der Platine 2 um die Antennenstrukturen 1 und 3 herum angeordnet. Eine Ausführungsform der Erfindung nach Fig. 9 hat anstelle dessen eine Erdleitschicht 62 zwischen einer Empfangsantennenstruktur 61 und einer Sendantennenstruktur 63 auf der Oberseite einer Leiterplatte 2. Die Antennenstrukturen 61 und 63 haben die gleiche Breite wie die Platine 2. Diese Anordnung vergrößert die Flächen der Antennenstrukturen 61 und 63 in wirksamer Weise, ohne daß eine gegenseitige Beeinflussung zwischen diesen auftritt. Das Gehäuse der Fig. 9 hat einen ersten Raum mit einer Grenzfrequenz höher als eine Trägerfrequenz für Mikrowellenverbindungen, einen zweiten Raum 8a genau unter der Empfangsantennenstruktur 61 und einen dritten Raum genau unter der Sendantennenstruktur 63. Der zweite und der dritte Raum 8a und 8b sind so dimensioniert, daß eine Hohlraumresonanz bei einer Trägerfrequenz für

Mikrowellenverbindungen bewirkt wird.

Fig. 10 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung, bei der zwei oder mehr Halbleiterchips in einem elektromagnetisch verengten Raum eines Mikrowellen-Sender/Empfängermoduls angeordnet sind. In Fig. 10 hat der elektromagnetisch verengte Raum 8c Platz für drei Halbleiterchips 51, 52 und 53. Diese Chips können den Schaltungsblöcken 51 bis 53 von Fig. 5B entsprechen. Auf dem Halbleiterchip 51 sind acht Kontakthöckerelektroden 4a ausgebildet. Eine der Kontakthöckerelektroden 4a ist mit der Zuführung 9b verbunden, und eine andere ist mit der Leitungsstruktur 22b auf der Unterseite der Platine 2 verbunden. Die anderen Kontakthöckerelektroden 4a sind mit Leitungsstrukturen auf der Unterseite der Platine 2 (in Fig. 10 nicht dargestellt) verbunden, die jeweils durch Kontakthöckerelektroden 44 mit Leitungsstrukturen 21 auf dem Gehäuse 6 verbunden sind. Auf den Halbleiterchips 52, 53 sind jeweils Kontakthöckerelektroden 4b, 4c ausgebildet. Eine der Kontakthöckerelektroden ist mit der Leitungsstruktur 22b verbunden, wodurch zwei Halbleiterchips 51, 52 gegenseitig verbunden sind. Eine weitere Kontakthöckerelektrode 4b und eine der Kontakthöckerelektroden 4c sind mit der Leitungsstruktur 22a auf der Unterseite der Platine 2 verbunden, um zwei Halbleiterchips 52, 53 gegenseitig zu verbinden. Eine weitere Kontakthöckerelektrode 4c ist mit der Zuführung 9a auf der Unterseite der Platine 2 verbunden. Die Zuführungen 9a und 9b sind durch die Schlitz 10a bzw. 10b elektromagnetisch mit den Antennenstrukturen 1 und 3 gekoppelt. Weitere Kontakthöckerelektroden 4b, 4c sind mit Leitungsstrukturen auf der Unterseite der Platine 2 (in Fig. 10 nicht dargestellt) verbunden, die jeweils über Kontakthöckerelektroden 44 mit Leitungsstrukturen 21 verbunden sind.

Die Schaltungsblöcke 51 und 53 können Verbindungshalbleiterchips sein, die z. B. aus Galliumarsenid (GaAs) hergestellt sind, und der Schaltungsblock 52 kann ein LSI-Chip aus Silizium (Si) sein. Wenn der Schaltungsblock 51 ein Verbindungshalbleiterchip ist, ist der Sendeverstärker 41 der Fig. 5B z. B. ein HEMT. Das Modul kann zwei Halbleiterchips enthalten, einen für Senden und den anderen für Empfangen. Die Anzahl der I/O-Anschlüsse 11 der Fig. 10 wird entsprechend den Spezifikationen der Chips 51 bis 53 geeignet festgesetzt. Das Gehäuse 6 der Fig. 10 hat einen zweiten Raum 8a genau unter der Antennenstruktur 1 und einen dritten Raum 8b genau unter der Antennenstruktur 3. Der zweite und der dritte Raum 8a und 8b sind so bemessen, daß sie eine Hohlraumresonanz bei einer Trägerfrequenz für Mikrowellenverbindungen bewirken. Dies verbessert die Effizienz der Antennenstrukturen 1 und 3.

Obwohl die Substrate der ersten und zweiten Ausführungsform aus BCB-Harz und BT-Harz bestehen, können sie auch aus Polyimidharz und Teflonharz hergestellt werden. Die für die Erfindung verwendeten Leiter sind nicht auf solche aus Kupfer beschränkt.

Die erste, die zweite und weitere Ausführungsformen der Erfindung können in verschiedener Weise miteinander kombiniert werden.

Verschiedene Modifikationen sind für den Fachmann aufgrund der Lehre der vorliegenden Beschreibung möglich, ohne daß dadurch deren Geltungsbereich verlassen wird.

Patentansprüche

1. Mikrowellen-Sender/Empfängermodul umfassend:
 - (a) eine Baugruppe mit mindestens einer Leiterplatte und einem Gehäuse, wobei auf der Unterseite der Leiterplatte ein Halbleiterchip angebracht ist, die Leiterplatte als ein Deckel zum Ab-

- schließen des Gehäuses dient und einen elektromagnetisch verengten ersten Raum für die Aufnahme des Halbleiterchip definiert, wobei der erste Raum eine Grenzfrequenz höher als eine Trägerfrequenz für Mikrowellenverbindungen hat; 5
- (b) eine Empfangsantennenstruktur, die auf der Oberseite der Leiterplatte ausgebildet ist; und
- (c) eine Sendeantennenstruktur, die auf der Oberseite der Leiterplatte an einer anderen Position als die Empfangsantennenstruktur ausgebildet ist. 10
2. Modul nach Anspruch 1, des weiteren umfassend: einen zweiten Raum, der genau unter der Empfangsantennenstruktur gebildet und so bemessen ist, daß eine Hohlraumresonanz bei der Trägerfrequenz für Mikrowellenverbindungen bewirkt wird; und 15
- einen dritten Raum, der genau unter der Sendeantennenstruktur gebildet und so bemessen ist, daß eine Hohlraumresonanz bei der Trägerfrequenz für Mikrowellenverbindungen bewirkt wird.
3. Modul nach Anspruch 2, bei dem der erste, zweite 20 und dritte Raum einen einzigen zusammenhängenden Raum bilden.
4. Modul nach Anspruch 3, bei dem der einzige zusammenhängende Raum von der Leiterplatte her gesehen eine H-Form aufweist. 25
5. Modul nach Anspruch 1, bei dem das Gehäuse aus einem Leiter gefertigt und gegenüber dem Halbleiterchip isoliert ist.
6. Modul nach Anspruch 1, bei dem das Gehäuse aus einem Isolator gefertigt ist und eine Leiterschicht hat, 30 um den ersten Raum zu definieren.
7. Modul nach Anspruch 1, bei dem eine Erdleiterschicht auf der Oberseite der Leiterplatte angebracht ist.
8. Modul nach Anspruch 7, bei dem die Empfangs- 35 und Sendeantennenstrukturen auf der Oberseite der Leiterplatte wie Inseln ausgebildet sind, die von der Erdleiterschicht umgeben sind.
9. Modul nach Anspruch 7, bei dem die Empfangs- 40 und Sendeantennenstrukturen auf der Oberseite der Leiterplatte wie Inseln ausgebildet sind, die an einander gegenüberliegenden Seiten der Erdleiterschicht isoliert sind.
10. Modul nach Anspruch 1, bei dem die Baugruppe des weiteren aufweist: 45
- einen Eingangsanschluß zum Übertragen eines Basisbandsignals an den Halbleiterchip;
- einen Ausgangsanschluß zum Übertragen eines Basisbandsignal von dem Halbleiterchip; und
- einen Steuersignalanschluß zum Übertragen von Steuer- 50
- signalen zum Steuern des Halbleiterchip.
11. Modul nach Anspruch 10, bei dem die Eingangs-, Ausgangs- und Steuersignalanschlüsse Signale übertragen, die aus Zwischenfrequenzsignalen, Basisband- 55
- signalen, Stromversorgungssignalen und Steuersignalen mit niedrigeren Frequenzen als die Trägerfrequenz für Mikrowellenverbindungen gewählt sind.
12. Modul nach Anspruch 1, bei dem mindestens ein Halbleiterchip in dem ersten Raum angebracht ist.
13. Modul nach Anspruch 1, bei dem die Leiterplatte 60
- zusammengesetzt ist aus:
- einem ersten Isolationssubstrat, das eine Oberseite hat, auf der die Empfangs- und Sendeantennenstrukturen ausgebildet sind;
- einer Leiterzwischenschicht, die an der Unterseite des 65
- ersten Isolationssubstrats angebracht ist und erste und zweite Schlitze hat; und
- einem zweiten Isolationssubstrat, das an der Unterseite

der Leiterzwischenschicht angebracht ist.

14. Modul nach Anspruch 13, des weiteren umfassend:

erste und zweite Zuführungen, die auf der Unterseite des zweiten Isolationssubstrats ausgebildet sind und elektrisch mit dem Halbleiterchip verbunden sind.

15. Modul nach Anspruch 14, bei dem der erste Schlitz genau unter der Empfangsantennenstruktur angeordnet ist, und der zweite Schlitz genau unter der Sendeantennenstruktur angeordnet ist.

16. Modul nach Anspruch 15, bei dem die erste Zuführung genau unter dem ersten Schlitz angeordnet ist, und die zweite Zuführung genau unter dem zweiten Schlitz angeordnet ist.

17. Modul nach Anspruch 16, bei dem die erste Zuführung durch den ersten Schlitz elektromagnetisch mit der Empfangsantennenstruktur gekoppelt ist, und die zweite Zuführung durch den zweiten Schlitz elektromagnetisch mit der Sendeantennenstruktur gekoppelt ist.

18. Modul nach Anspruch 14, bei dem die erste und die zweite Zuführung durch Kontakthöckerelektroden elektrisch mit dem Halbleiterchip verbunden sind.

19. Mikrowellen-Sender/Empfängermodul, umfassend:

(a) eine Baugruppe, die mindestens ein Gehäuse hat, das einen Halbleiterchip und einen elektromagnetisch verengten ersten Raum enthält, wobei der erste Raum den Halbleiterchip umgibt und eine Grenzfrequenz höher als eine Trägerfrequenz für Mikrowellenverbindungen hat;

(b) eine Empfangsantennenstruktur, die auf der Unterseite des Gehäuses ausgebildet und durch einen ersten Schlitz elektromagnetisch mit dem Halbleiterchip verbunden ist; und

(c) eine Sendeantennenstruktur, die auf der Unterseite des Gehäuses an einer anderen Position als die Empfangsantennenstruktur ausgebildet und durch einen zweiten Schlitz elektromagnetisch mit dem Halbleiterchip verbunden ist.

20. Modul nach Anspruch 19, des weiteren umfassend:

einen zweiten Raum, der genau über der Empfangsantennenstruktur gebildet und so bemessen ist, daß eine Hohlraumresonanz bei der Trägerfrequenz für Mikrowellenverbindungen bewirkt wird; und

einen dritten Raum, der genau über der Sendeantennenstruktur gebildet und so bemessen ist, daß eine Hohlraumresonanz bei der Trägerfrequenz für Mikrowellenverbindungen bewirkt wird.

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1A

STAND DER TECHNIK

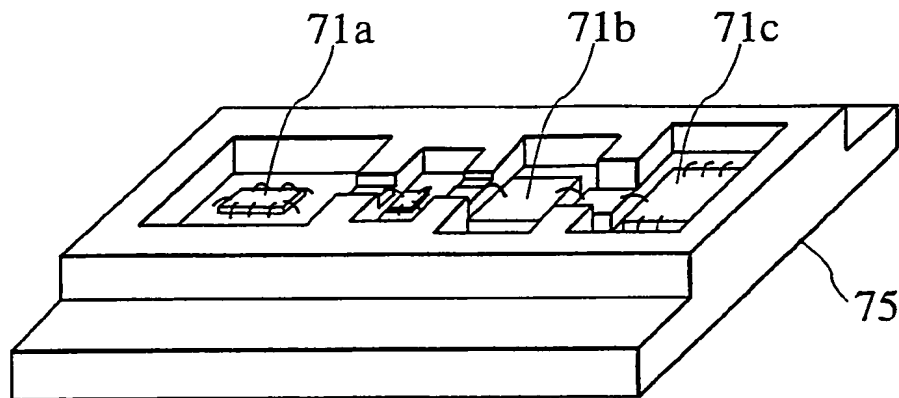


FIG. 1B

STAND DER TECHNIK

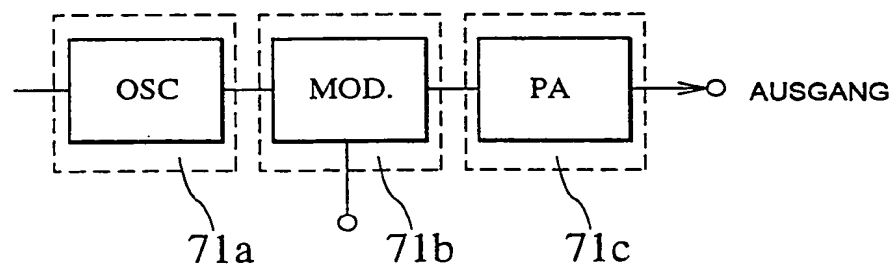


FIG. 2A

STAND DER TECHNIK

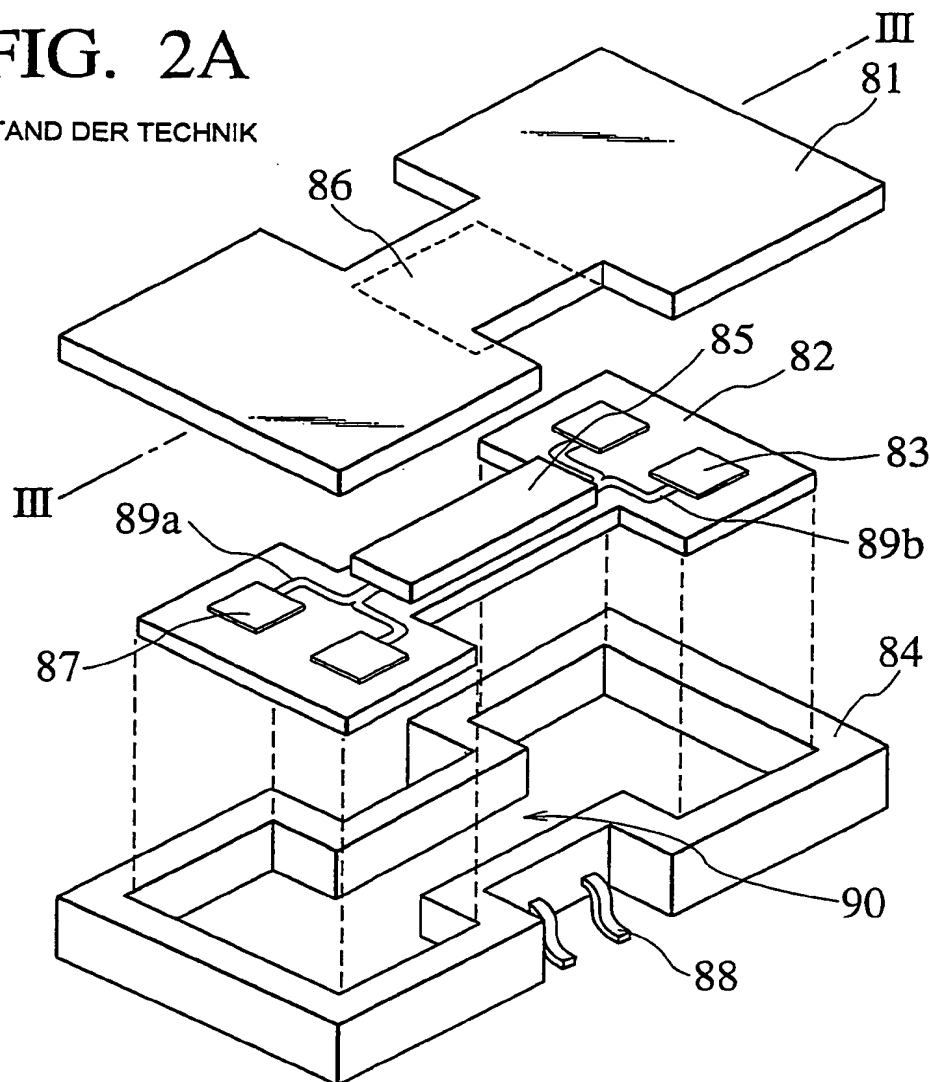


FIG. 2B

STAND DER TECHNIK

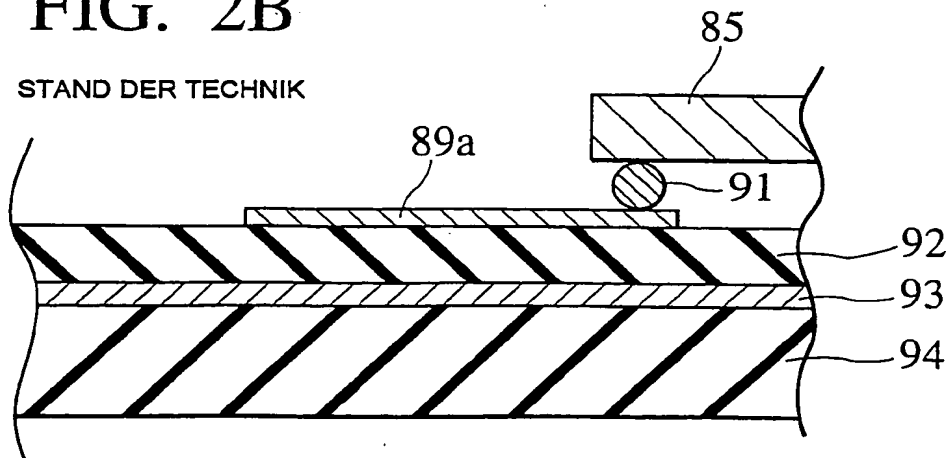


FIG. 3A

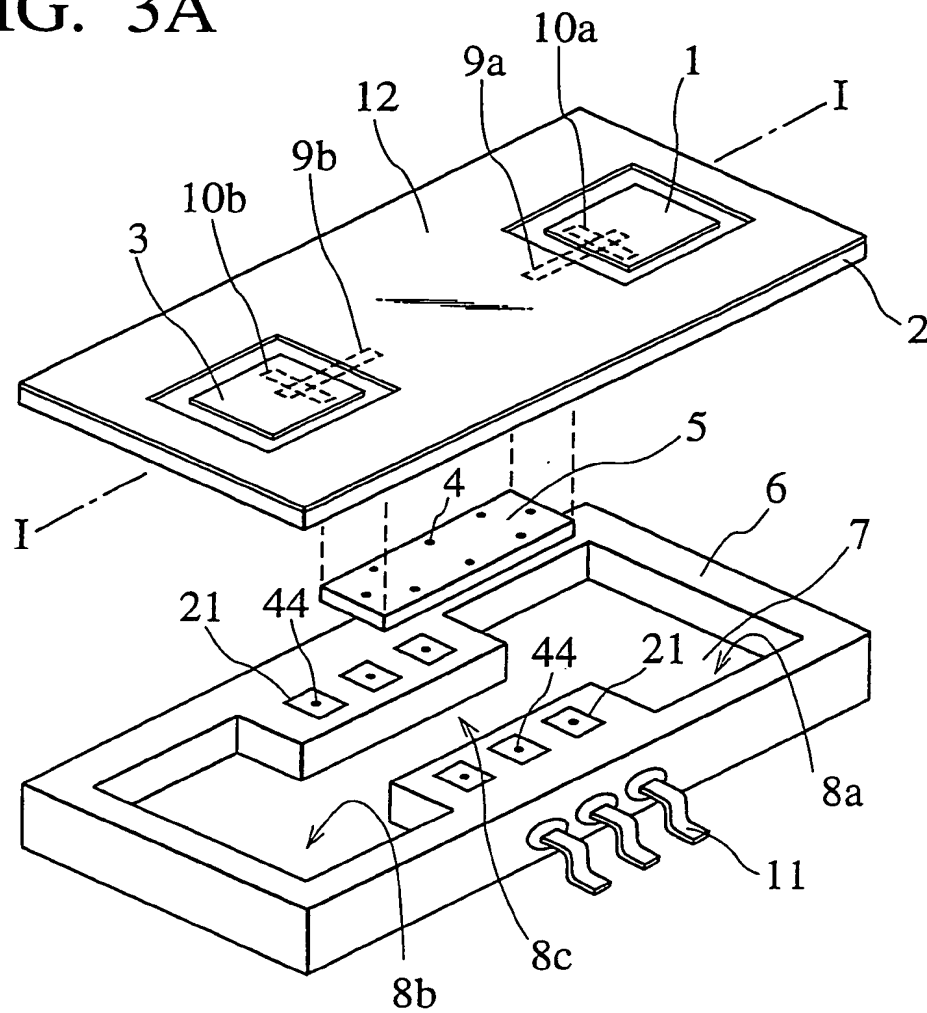


FIG. 3B

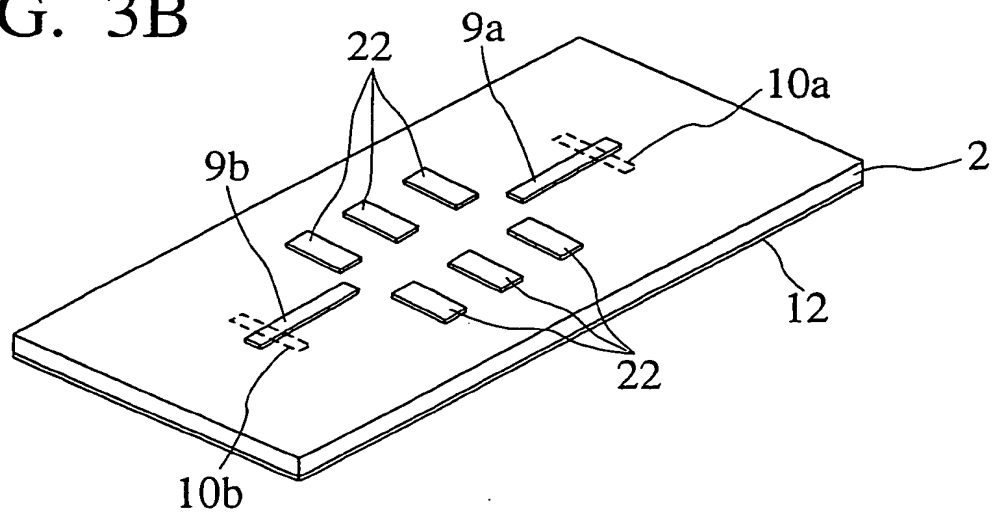


FIG. 3C

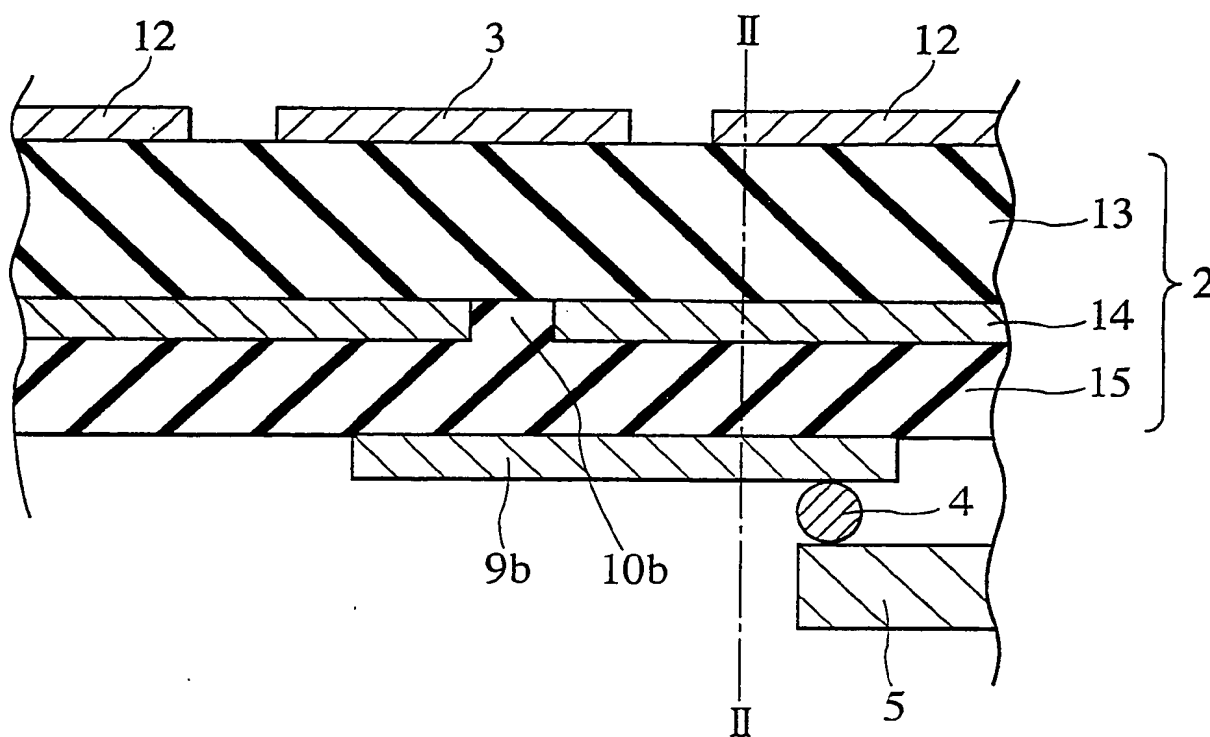


FIG. 3D

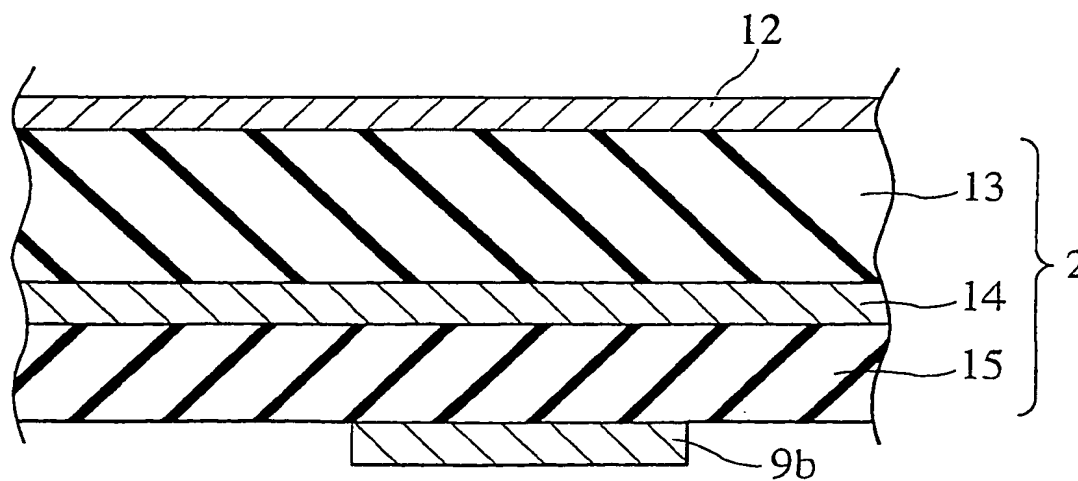


FIG. 4

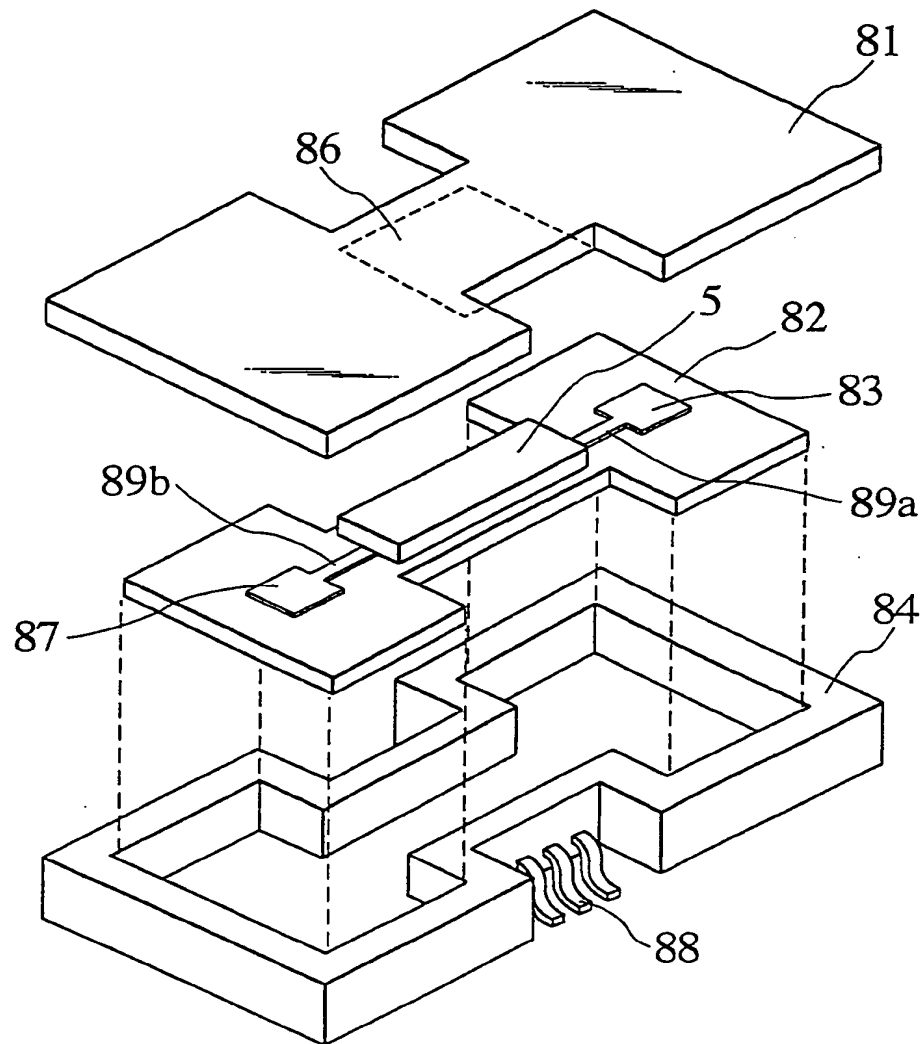


FIG. 5A

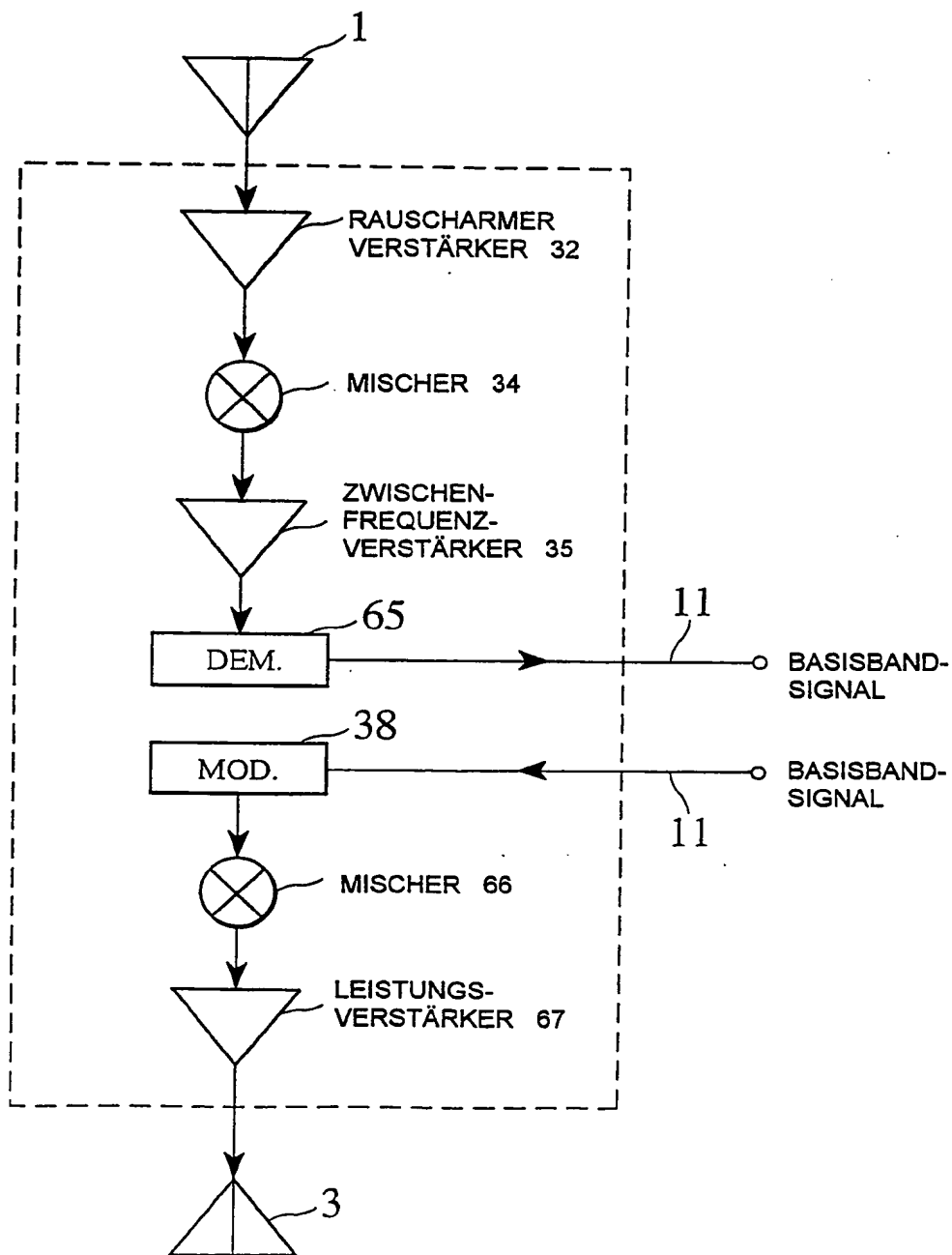


FIG. 5B

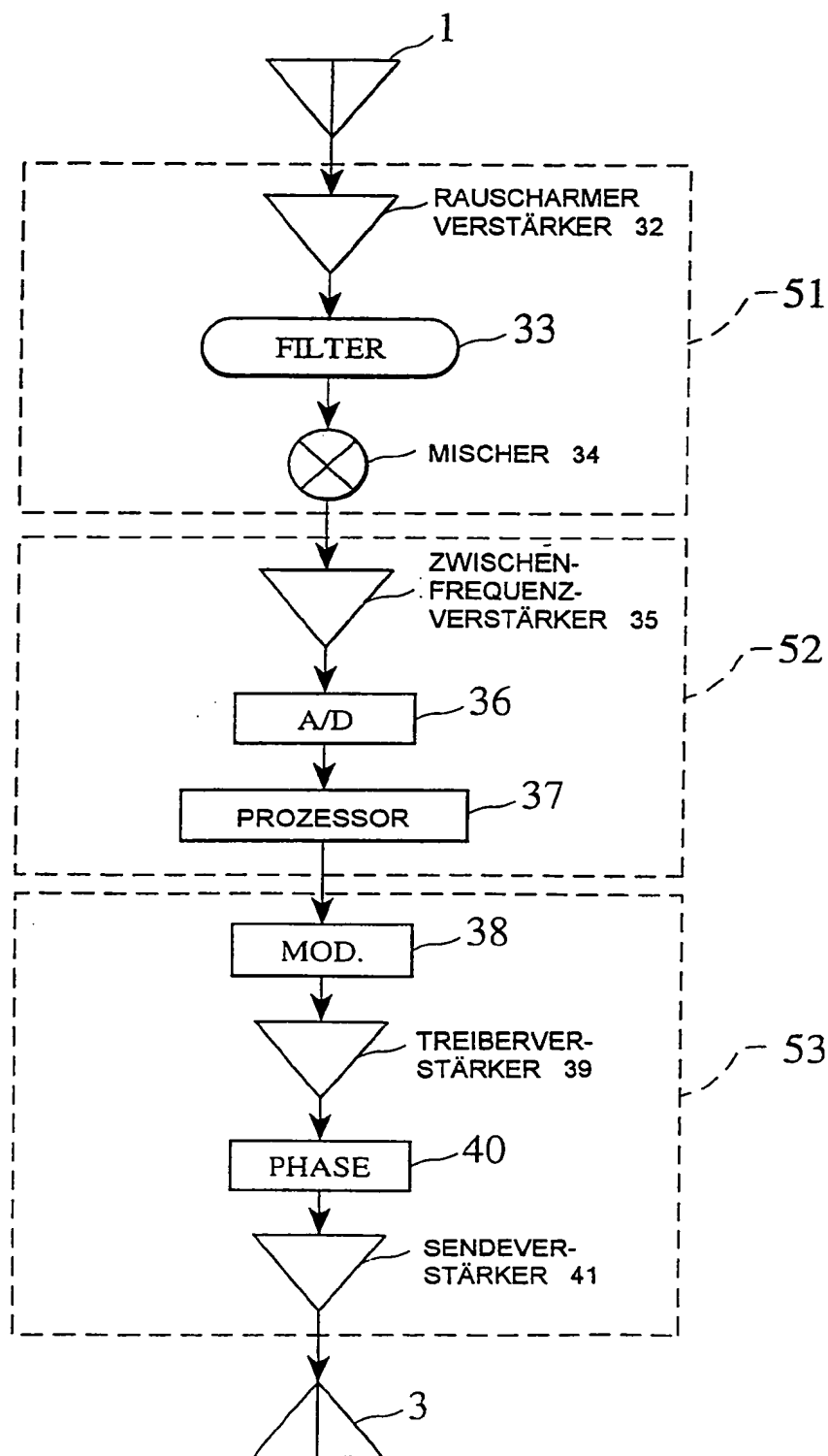


FIG. 6

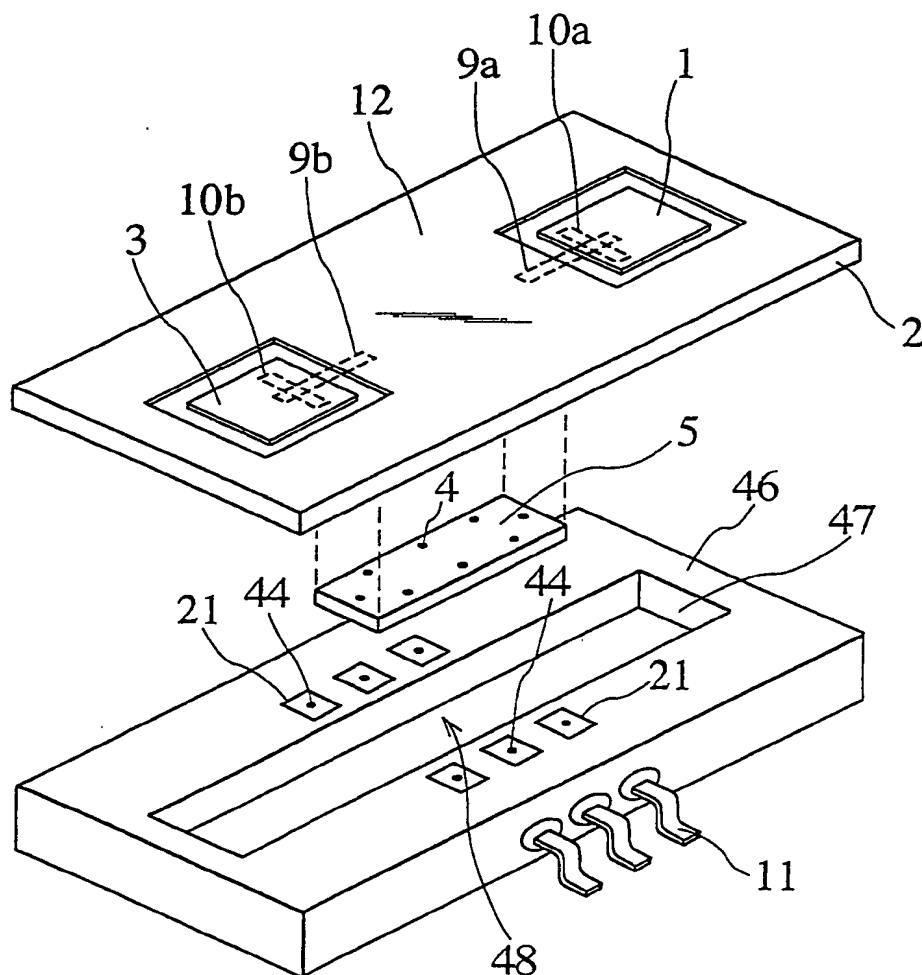


FIG. 7

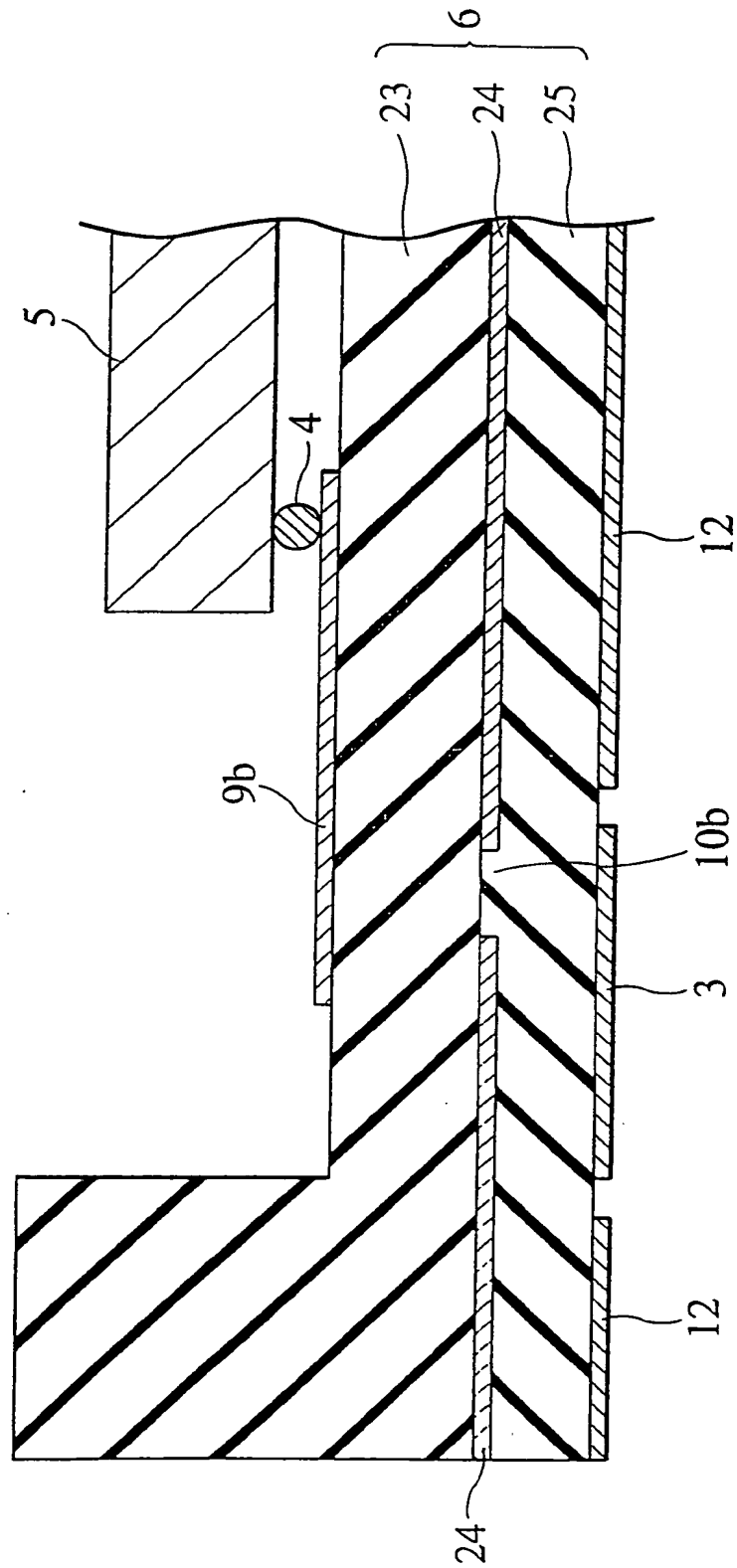


FIG. 8

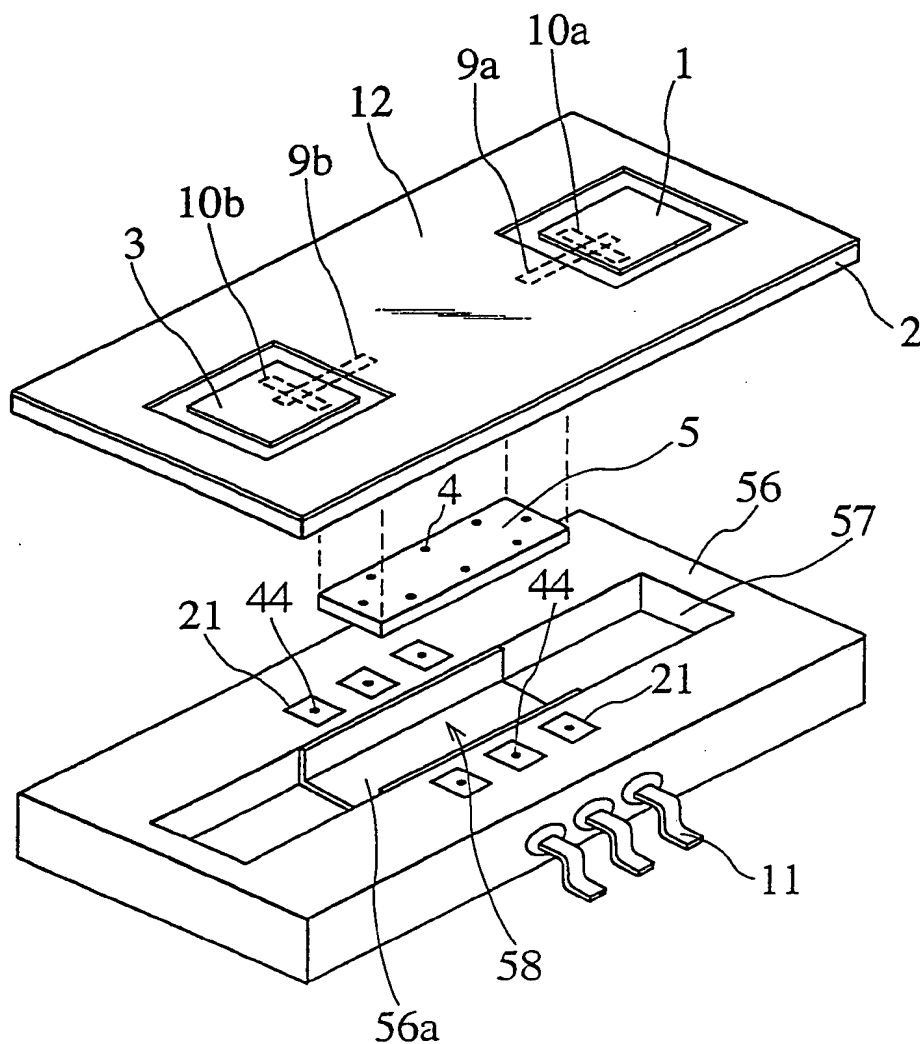


FIG. 9

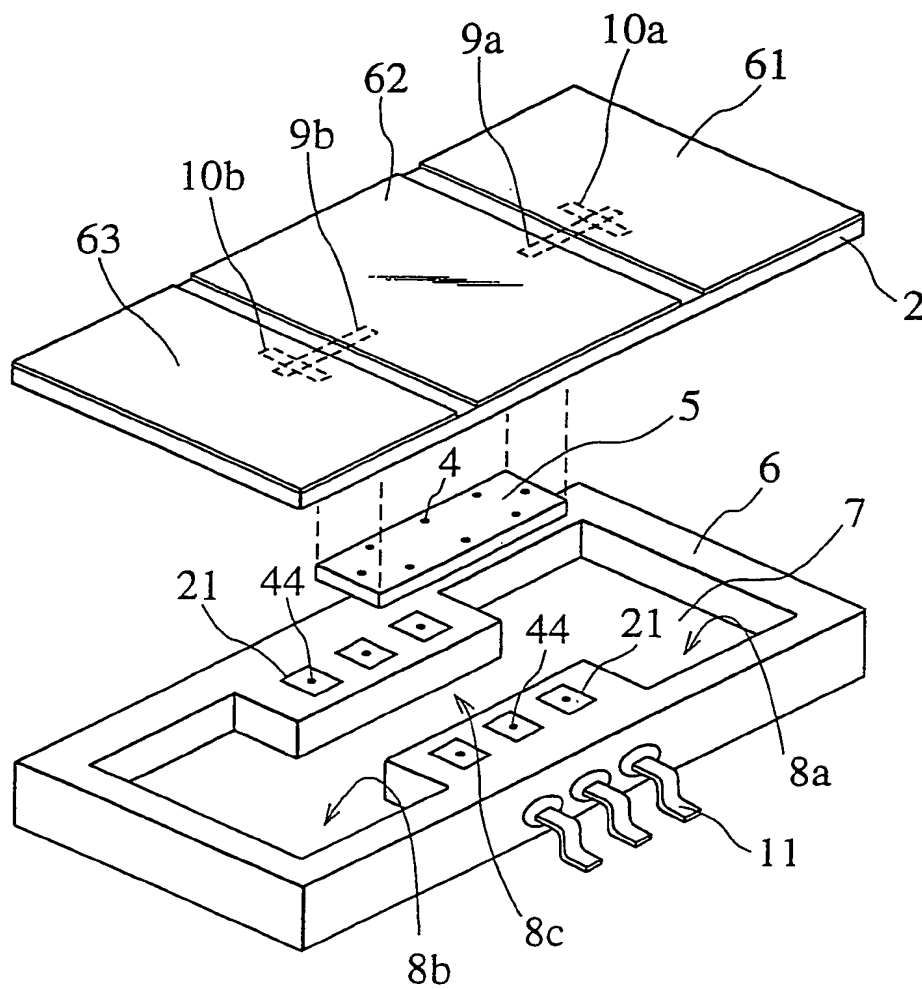


FIG. 10

